

平成 29 年 6 月 17 日現在

機関番号：13103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26381186

研究課題名(和文) 小学校中学年「ものづくり」教材の開発 - アートとテクノロジーの融合を目指して

研究課題名(英文) The development of teaching materials about "object-making" for the third and fourth grades of elementary school -Aiming at fusion of Art and Technology-

研究代表者

阿部 靖子 (ABE, YASUKO)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授

研究者番号：00212556

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：日本の「ものづくり」が衰退することに対する危機感から、小学校中学年を対象とした「ものづくり」教材を開発することが本研究の目的である。特に今までの工芸的な「ものづくり」ではなく、先端技術であるテクノロジーについての学習と図画工作科で目的とするイメージや創造性に関わる学習を融合した教材を開発し、実践を行った。その結果、音楽やLED(光)を用いることで子どもたちの意欲・関心が高まり、色や形など自分のイメージを膨らませることのできる部分があることで考え、工夫する態度が多く見られた。

研究成果の概要(英文)：For the third and fourth grades of elementary school, we developed teaching materials which contain the contents for learning both the advanced technology and the original-creative thinking. Learning the original-creative thinking is the aim of drawing and manual art department for the elementary school.

Concretely, we developed the teaching materials equipped with a microcomputer, for example, an electronic music box which causes a lot of interest from the both aspects of technology and drawing and manual art department. We practiced the developed teaching materials in educational scene of the primary schoolchildren and evaluated their effects.

研究分野：美術教育学

キーワード：ものづくり アート テクノロジー 小学校中学年

1. 研究開始当初の背景

日本の経済発展と文化を支えた職工や職人と呼ばれる人々の「ものづくり」が衰退し、学校の授業においても、ものづくりを学ぶ機会が少なくなっていることが指摘されている。そして、小学校などの義務教育においては、ものづくり学習に対して柔軟に対応できる指導者と、適切かつ有効な教材の普及が望まれている。ものづくりを通して子どもたちの考える力と巧緻性を育てようとするとき、ものづくりの楽しさを盛り込んだ子どもたちの興味を引き出すコンパクトな標準的な教材があれば、指導者の大きな助けとなるであろう。これまでに申請者らは、先端技術を教材化して扱いやすい形で普及することを目的とし、特に、小学校高学年から中学生までを対象として、一貫して子どもたちが先端技術を直接体験しながら学べるような安価な教材の開発を行ってきた。

小学校高学年では、理科、図画工作が関わることによる新しい視点からの教材を、中学校では、理科と「技術・家庭」技術分野を融合させた「科学技術」を念頭に置いて、「ものづくり」という面を中心コンセプトに据えて開発し、開発した教材の効果や課題を学校教育現場で確認することを基本的な目的としてきた。特に、小学校高学年で考えている教材は、サイエンス、テクノロジー、アートの三者を関連づけたものとなっており、これまでこのような考えに基づく教材がないことから、取り組む意義は大きかったと考えている。

本研究では、さらに学年を下げて、小学校中学年を対象とした研究に繋げていきたい。

2. 研究の目的

(1) 小学校中学年では、現在、サイエンスについては理科、アートについては図工でそれぞれ学習しているが、工学的な内容を中心としたいわゆるテクノロジーについては柱として行われていない。中学校になると「技術・家庭」技術分野で学習するが、小学校中学年では理科の中で一部が含まれているだけで、それも子どもたちがテクノロジーについて意識して学習しているかは疑問である。

一方、申請者らは「科学の広場」等の校外学習で、これまで小学校低学年、そして高学年および中学生を対象として、マイクロコンピュータ(マイコン)を用いたロボット製作などを中心として、「ものづくり」や「科学技術」の面白さを知ってもらう工作教室活動を行ってきた。例えば、小学校低学年では自分で作曲した音符を書き込み(ダウンロード)演奏できる電子オルゴールやLEDによる電子イルミネーション、

小学校高学年以上では、コンピュータを搭載して自動走行する自律型走行ロボットの製作などを開発・実践している。

それらは、電子回路を組み込んだマザーボードの部分はブラックボックスとして与え、電子オルゴール本体やロボット本体の「デザインと製作」および「プログラミング」を中心に、子どもたちの独創性・思考力を育てている。オルゴールは紙コップをメガホンとしたり、ロボットはCDを車輪としたりして工夫して、「デザインと製作」の部分に子どもたちのアイデア・独創性が現れるよう考慮した。電子オルゴール本体やロボット本体の製作では、小学校図画工作科にも深く関係すると考えられることから、本研究では上記の電子オルゴールやLEDを参考に、図画工作科の要素を積極的に取り入れた小学校中学年用の楽しみながら「ものづくり」(アート、サイエンス、テクノロジー)に興味を抱かせるような安価な教材の開発・評価・普及を目指すものである。子どもたちはこれによって先端技術の一端も直接体験することができ、ものづくり教育の啓蒙にもつながると期待される。

(2) 一方、エネルギー問題も社会的に大きな課題であり、小学校でもエネルギー変換等を学ぶいろいろな教材が開発されている。発電もその中の大きなテーマであり、風力発電や太陽光発電(太陽電池等)が教材として取り上げられることが多く、小学校でも太陽電池パネルを利用した自動車の模型等が教材として利用されている例も多い。

申請者らもこれまでエネルギー教材として学校現場で利用可能な燃料電池について検討を行ってきている。太陽エネルギーは簡単に利用できる身近なエネルギーであるが、教材を利用して太陽エネルギーを学ぼうとすると、太陽電池パネルを用いるなどある程度の経費が必要となる。前述の電子オルゴールやLEDによる電子イルミネーションの教材利用でも、安価な教材とは言え、ある程度経費が必要であり、全ての小学校現場で直ちに導入可能であるわけではないと考える。しかし、例えば、中学生による太陽光を利用した調理器の制作は、簡単な仕組みで太陽エネルギーを利用して調理することができるため、ほとんど経費の必要がなく、子どもたちが太陽エネルギーを体感でき、具体的にエネルギーを利用した成果物としての調理品を得ることができるなど、子どもたちに興味を抱かせる教材となるヒントが含まれている。これらの教材が図画工作科として意義深いのは、アルミ箔による光の反射等を考慮した全体のデザイン、鍋などの重量物を設置するためのフレーム全体(段ボール等で良い)の構造と材料の選択や製作技術など、用と美の関係を体験し、それが造形思考力や巧緻性を育むことにつながるからである。

以上、本研究では、マイクロコンピュータを搭載した独自開発のマザーボードをブラックボックスとして与え、光や音を楽しみながら、子どもたち自身がデザイン・創作することによって、独創性・思考力を育み、達成感を持てるような新規性の高い教材や、太陽光を利用した安価に製作可能な環境エネルギー教材等を開発し、それを用いた指導案を検討、学校教育現場等で授業実践し、検討・評価を行うことを目的としている。開発された教材は、最終的にはハードウェア、ソフトウェアのみでなく、具体的な指導計画にのせて学校現場で行った授業実践例なども提供することにより、ただちに教育現場で使用可能な形で子どもたちが学習する教材として広く普及することが期待できる。少なくとも国内では小学校中学年を対象としたこのような研究・開発事例は見あたらないことから、新規性も高いと考えている。

3. 研究の方法

・平成 26 年度は、教材として利用可能な電子オルゴールや電子イルミネーションなどの教材、太陽エネルギー利用の生活と結びついた教材のプロトタイプを完成させたい。これまでの研究でマザーボードや周辺パーツの開発は行っているが、小学校中学年に適した図画工作科の教材となるよう検討を行い、学校現場で利用可能なプロトタイプを開発を目指す。

・平成 27 年度は、前年度に開発したプロトタイプ教材の研究室レベルでの量産体制の確立と、授業等における具体的な指導案の検討を行う。また、それらを課外活動等において先行実施し、教材としての可能性を検討する。

・平成 28 年度は、具体的な指導計画にのせて教育現場で子どもたちに教材として授業実践を行い、その評価・検討を行う。特に定常的に教材として教育現場で活用可能であるか、経費的な問題も含めて評価・検討を行い、開発した教材の普及に繋げる。

4. 研究成果

(1) 初年度の成果

26年度は、本研究の教材開発に参考となるような市販の教材についての調査及び検討と、プロトタイプ教材の試作を行った。

まず、市販教材の調査については、美術・図画工作科の市販教材のカタログと、技術・家庭科の市販教材のカタログから、小学校中学年を対象とする教材として可能性があるものを選び、5項目の観点（創造性、巧緻性、汎用性、生活との関連、遊戯性）から検討を加えた。また、同時に、市販の教材とはなっていないくても、文献や実践報告の調査を行い、教材化が可能なものの抽

出と、小学校中学年の教材としての適正を検討した。

また、プロトタイプ教材の試作については、太陽光を利用しながら風によって動くもの（例えば、かざぐるま、回転板、コマなど）と、太陽光が音に変換するもの（例えば、電子オルゴール、サイレン、楽器など）の2種類を試作した。その結果、太陽光を利用した太陽電池で、LEDや電子オルゴールを稼働して楽しめるような教材の開発が最も目的に合うものであるという方向を決定した。

(2) 次年度の成果

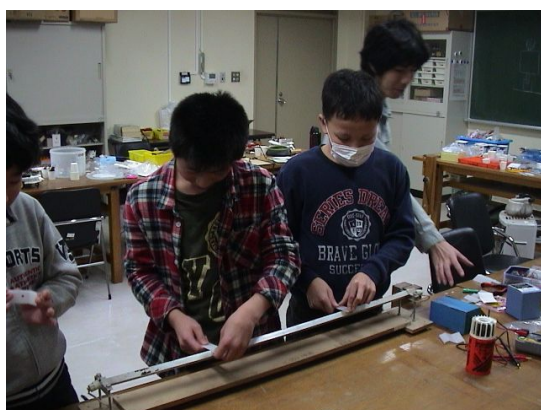
平成 27 年度は、26 年度の調査・検討に基づき、マイコン搭載の複合教材を開発し、簡単な画面操作によるソフトウェアを用いて、大学生を対象に試行実践を行った。製作した教材は、圧電スピーカからプログラムした音程の電子音を発音しながら、同時に、自動的に色彩が変わる多色LEDが発光するというものである。大学生に対して試行実践を行った際に、ハードウェア製作やプログラミング環境、ソフトウェアの機能等に関していくつかの課題も見つかったが、改善が可能なものに対しては検討を行い改良した。例えば 30 名程度の受講者に対して授業実践を行おうとすると、受講者の理解度の差が大きいことの問題や、マイクロコントローラ搭載のマザーボードの動作不良率を 0 とするために、（準備のために一部の部品ハンダ付け等をあらかじめ学生の手作業で行うため数パーセントの動作不良率が生じる）作業手順の工夫とチェック体制を見直した。さらに、マザーボード基板のパターンデータを作成してそれに基づいた基板製作を外注することにより、飛躍的に動作不良率を減らすことができ、研究室レベルとしては大量の 100 個以上のマザーボードを動作不良率をほぼ 0 で製作できるようになった。

(3) 最終年度の成果

28年度は、27年度に作成した教材を実際に小学校中学年の児童を対象に実践を行った。作成した教材は、自分で作曲した音符を書き込み（ダウンロード）演奏できる電子オルゴールとLEDによる電子イルミネーションを組み合わせた複合教材（イルミネーション付き電子オルゴール）である。これは平成 27 年度にプロトタイプを制作したものを、研究室である程度、量産できる形に整えたもので、マイクロコンピュータ（PIC16F88）搭載の電子基板を中心に、圧電スピーカからプログラムした音程の電子音を発音しながら、同時に、自動的に色彩が変わる多色LEDが発光するというものである。全体のフレームについては、当初、紙スチレンボードを使用することも考えたが、全体のスマートさ、デザ

イン性、色合い等から、カラーの亚克力板を使用した。加工に際しては亚克力板の切断や曲げの作業は、切断はプラスチックカッターで、曲げは研究室製作の亚克力折曲げ機を用いて行うため、難易度が高いと判断していたことから、その練習も兼ねてオリジナルの時計を製作した。具体的には、文字盤のデザインは子供の自由度をある程度盛り込むことができ、スタンド部分は亚克力板を加工することにより、自由に製作したが小学生でも十分に可能であった。そのため、亚克力板を用いてイルミネーション付き電子オルゴールの製作を行った。また、音符入力ソフトウェアについては、小学生でも使用できるように改良を行い、五線譜などを知らなくとも音符(音程と長さ)をパソコン画面から簡単に入力できる「音符プログラミング」を実現した。

このため、子どもたち自身の「デザインと製作」、および簡単な画面操作による「音符プログラミング」を中心に、子どもたちの独創性・思考力を育てることができると考えられる。



以上の実践に加え、他の教材開発として、前述のイルミネーション付き電子オルゴールに「動き」を付加した「電子コマ」のプロトタイプを製作した。これはコマが、音と光を発しながら回転するもので、回り始めた時点から発音と発光を開始して、コマ

が回っていた時間は、倒れた時点での音楽の旋律で分かるというものである。上記に似た電子コマは市販もされているが、自分でプログラムした音程の曲を発音するものではなく、また発光するLEDの色も子どもたちが自由に選ぶことができるなど、紙スチレンボードを使用することによるコマ本体の部分の「デザインと製作」に併せてさらに自由度が増えることから、子どもたちの独創性・思考力を育てることができると考えている。これについては、電子回路の部分(PIC12F1822 や圧電スピーカを搭載したマザーボード)は完成しているが、コマのバランス調整の部分を含めて、子供たちが簡単に製作できる教材としては、現段階では研究室での量産化レベルにはまだ達していないため、プロトタイプの段階にとどまっている。製作材料等は揃っているため今後も継続して、かつ早急に完成度を高め、子供たちに対して授業実践を行うこととしている。

ここで考えている教材は、アートの他にサイエンス及びテクノロジーの三者を関連づけたものとなっており、これまでこのような考えに基づく複合教材がないことから、取り組む意義は大きいと考えられる。しかし、マイコン搭載の複合教材ということで、教える側にも抵抗が生ずる可能性もあることから、その点を考慮して、教師が最低限の知識を保有していれば理解できるように、教育現場での普及も念頭に継続して小学校教師用のマニュアルを作成していきたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

- (1) 杵淵信, 川崎直哉, 鳥居隆司「教育用走行型マイコンロボットの新たな可能性の検討」日本産業技術教育学会北海道支部会研究論文集 Vol28, pp.1-4, 2015.3
- (2) 長瀬大, 大森康正, 川崎直哉「連携教育を支援するためのユーザの検索意図に基づいた学習リソース検索システム」日本産業技術教育学会誌 第57巻第2号 121/129 2015

〔学会発表〕(計7件)

- (1) 水谷好成, 杵淵信, 渡壁誠, 針谷安男, 山本利一, 渡邊辰郎, 村松浩幸, 西正明, 川崎直哉, 紅林秀治 外「小学校段階において技術的素養の芽生えを育成するためのエネルギー関連学習に関する研究」日本産業技術教育学会 第57回全国大会(熊本), 2014.
- (2) 杵淵信, 川崎直哉, 鳥居隆司, 紺谷正樹「マイコンの楽曲発音技術を利用した教材開発」日本産業技術教育学会第59回全国大会(京都), 2016, 8, 27-28, 206
- (3) 水谷好成, 杵淵信, 渡壁誠, 山本利一, 村松浩幸, 西正明, 川崎直哉, 紅林秀治, 松岡守, 関根文太郎, 田口浩継「図画工作に含まれているロボット関連要素に注目したものづく

り学習の可能性」日本産業技術教育学会第59
回全国大会（京都），2016,8,27-28, 222

- (4) 阿部靖子,「環境作品：不思議の森の仲間たち」スローライフビレッジ, 2015
- (5) 阿部靖子「環境作品：くるくる ぐるぐる」日本美術科連盟会員展, 2016
- (6) 安部泰,「ポストカード バイカル湖の肖像」滋賀県立琵琶湖博物館ミュージアムショップ, 2016
- (7) 安部泰,「琵琶湖ヨシ原Tシャツ」滋賀県立琵琶湖博物館ミュージアムショップ, 2016

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

阿部靖子 (ABE YASUKO)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授

研究者番号：00212556

(2)研究分担者

安部泰 (ABE YASUSHI)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・准教授

研究者番号：10467087

川崎直哉 (KAWASAKI NAOYA)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授

研究者番号：40145107

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者

()